

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-006704

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/02
H01M 8/04
// H01M 8/10

(21)Application number : 11-171794

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 18.06.1999

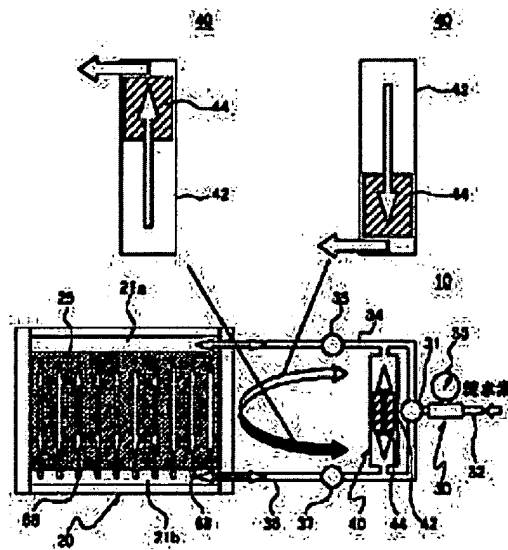
(72)Inventor : SHIMAZU TAKASHI

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system, capable of eliminating uneven distribution of cell-generated electricity due to the distance from a fuel supply port, high in energy efficiency, and facilitating the transport of humidifying water to electrolyte and the drainage of liquid water produced in a fuel gas passage.

SOLUTION: A fuel cell 20 equipped with a fuel gas passage shut off from an exhaust system is provided with a pure hydrogen supply means 30 and a forced-stream generating means 49. In continuous operation, the pure-hydrogen supply means 30 makes up for the consumption of pure hydrogen in the fuel cell 20 while the forced-stream generating means 40 forcedly generates a gas stream alternately changing direction through the fuel gas passage in the fuel cell 20.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A fuel cell system provided with a fuel cell provided with a fuel gas flow route by which an exhaust system was intercepted, a pure water matter feeding means which supplies pure water matter to said fuel gas flow route, and a compulsive style generating means which generates by turns a gas stream from which a direction differs in said fuel gas flow route.

[Claim 2]The 1st supply route where said pure water matter feeding means connects a pure water matter supply source, this pure water matter supply source, and an end of said fuel gas flow route, The fuel cell system according to claim 1, wherein it had the 2nd supply route that connects said pure water matter supply source and the other end of said fuel gas flow route and said compulsive style generating means is provided with a passage which short-circuits said 1st supply route and said 2nd supply route, and a gas stream generating means established in this passage.

[Claim 3]The fuel cell system according to claim 2, wherein said gas stream generating means is a piston which moves inside of said passage reciprocately.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the fuel cell system provided with the fuel cell which makes fuel sources pure water matter suitable as the in-vehicle source of power or a fixed type small electric organ in more detail about a fuel cell system.

[0002]

[Description of the Prior Art]A fuel cell is a cell which transforms directly into electrical energy the chemical energy which performs supply of fuel, and discharge of products of combustion continuously, and fuel has.

It has the features, like that generation efficiency is high, that there are few burst sizes of an air pollution substance, that there is little noise, and a scale can be chosen freely.

A fuel cell is classified into a solid polymer type, a phosphoric acid type, an alkali type, a melting carbonate type, a solid oxide type, etc. according to the kind of electrolyte to be used.

[0003]In such a fuel cell, the gas which generally uses high hydrogen of the activity over a cell reaction as the main ingredients, for example, reformed gas, pure water matter, etc. are used for fuel gas. Reformed gas is gas obtained as everyone knows by making methanol, natural gas, LPG, naphtha, kerosene, etc. and a steam react under catalyst existence.

Besides hydrogen, the inertness non-hydrogen substance is contained to cell reactions, such as carbon dioxide and a steam.

[0004]Therefore, in the fuel cell system 60 which makes reformed gas fuel sources, As shown in drawing 5, usually besides the supplying system 62 for supplying fuel gas to the fuel electrode 25 side of the fuel cell 20, The exhaust system 64 for discharging a part of fuel gas supplied to the fuel electrode 25 side out of the fuel cell 20 is formed (such a fuel cell system is hereafter called "open system").

[0005]And power generation is performed in an open system, using for a cell reaction a part of hydrogen contained in the reformed gas supplied to the fuel electrode 25, and discharging the hydrogen which remained continuously with a non-hydrogen substance so that an inertness substance may not be condensed by fuel cell 20 inside to a cell reaction.

[0006]On the other hand, when supplying pure water matter as fuel gas, there are few possibilities that an inertness ingredient may condense to a cell reaction to the fuel electrode side. Therefore, in the fuel cell system 70 which makes such pure water matter fuel sources, As shown in drawing 6, only the supplying system 72 for supplying fuel gas is required for the fuel electrode 25 side of the fuel cell 20, and the exhaust system of fuel gas is not necessarily required (such a fuel cell system is hereafter called "sealing system").

[0007]And in a sealing system, since the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 will decline if hydrogen in the fuel cell 20 is consumed by a cell reaction, hydrogen is supplied via the

supplying system 72, and power generation is performed, keeping constant the internal pressure by the side of the fuel electrode 25.

[0008]

[Problem to be solved by the invention] Since the fuel electrode 25 side has the exhaust system 64, in a fuel gas flow route (not shown), the gas stream (it expresses as a white arrow among drawing 5) has always generated the open system shown in drawing 5. Therefore, in applying an open system to the low-temperature fuel cell which needs to maintain electrolytic water content properly. If the humidifier 63 is formed in the supplying system 62 and fuel gas is humidified using the humidifier 63, moisture can be supplied to an electrolyte with fuel gas, and there is an advantage that transportation of humidifying water is easy.

[009] Although liquid water generates a low-temperature fuel cell within a fuel gas flow route by condensation of the steam contained in fuel gas, the Buckley fusion, etc. and it has a possibility that the inside of a fuel gas flow route may blockade with liquid water, According to the open system, there is an advantage that the liquid water 68 and 68 -- which are stagnating in a fuel gas flow route can be effectively eliminated according to the strong gas stream formed by exhaust air.

[0010] However, in an open system, since fuel gas is always supplied only from one way of a fuel gas flow route, more cell reactions advance by the entrance side of a fuel gas flow route, and hydrogen concentration falls remarkably in the latter part of a fuel gas flow route. Therefore, in order to carry out the stable operation of the fuel cell 20, there is a problem that a fuel gas capacity factor cannot be set up highly.

[0011] Since a steam, quantity of heat, etc. are discharged out of the fuel cell 20 with the fuel gas which was not used for a cell reaction, there is a problem that the influence on an energy efficiency fall is great. By discharging a steam, the amount of consumption of water increases and it has become a cause which makes the amount of water which the fuel cell system 60 holds increase.

[0012] On the other hand, in a sealing system as shown in drawing 6, since intact fuel gas, a steam, quantity of heat, etc. stay in a closed space and are not discharged out of the fuel cell 20, there is an advantage that the fuel cell system 70 with high energy efficiency can be built. The steam pressure depending on the temperature of the fuel cell 20 is secured only by supplying the consumed moisture, and there is an advantage of being easy to keep steam pressure constant.

[0013] However, the fuel gas filled up from the supplying system 72 acts only on the pressure buildup of fuel cell 20 inside, and it does not result by formation of the strong gas stream within a fuel gas flow route. Therefore, even if the humidifier 73 is formed in the supplying system 72 and it humidifies fuel gas, there is no means of transport of humidifying water, and there is a problem that the moisture consumed in fuel cell 20 inside cannot be supplied promptly. At the time of continuation and a transient operation, electrolytic water content falls by this, and there is a problem that the tendency for electrolytic resistance to increase rapidly is shown.

[0014] Since a strong gas stream is not formed, when the liquid water 68 and 68 -- stagnate in a fuel gas flow route, there is a problem that the capability discharged out of a channel is low, and flooding, a channel blockade, etc. occur easily. In order to solve this problem, a fuel gas flow route is arranged perpendicularly and how to drain by the gravity effect is also considered. However, since it is common that it is narrow as for a fuel gas flow route in order to make generation efficiency high, waterdrop tends to be caught by surface tension in a fuel gas flow route, and smooth moisture discharge is difficult.

[0015] Even if it is a sealing system which makes pure water matter fuel sources, since more cell reactions advance by the entrance side of a fuel gas flow route, hydrogen mol partial pressure inclination occurs in a fuel gas flow route from the influence by a hydrogen mol partial pressure (or total pressure). When the fuel gas flow route has been arranged especially perpendicularly, the liquid water 68 and 68 -- which were generated within the fuel gas flow route move to the lower part of the fuel cell 20 with gravity, and the gas stream of the portion becomes still weaker. Therefore, from a synergistic effect with a weak gas stream, reacting weight decreases, so that it becomes far from

a fuel supply port, and there is a problem that cell power generation distribution occurs.

[0016]The issue which this invention tends to solve can cancel the cell production-of-electricity distribution resulting from the distance from a fuel supply port, and there is in moreover providing a fuel cell system with high energy efficiency.

[0017]Even if other issues which this invention tends to solve are the cases where it applies to the low-temperature fuel cell which needs electrolytic water management, transportation of the humidifying water to an electrolyte is easy for them, and there are in moreover providing the fuel cell system which can prevent the flooding and the channel blockade by liquid water.

[0018]

[Means for solving problem]The fuel cell system built over this invention in order to solve an aforementioned problem, Let it be a summary to have the fuel cell provided with the fuel gas flow route by which the exhaust system was intercepted, the pure water matter feeding means which supplies pure water matter to said fuel gas flow route, and the compulsive style generating means which generates by turns the gas stream from which a direction differs in said fuel gas flow route.

[0019]Since the fuel cell system concerning this invention which has the above-mentioned composition is provided with the compulsive style generating means, the gas stream from which a direction differs is given alternation and compulsorily to the pure water matter which is stagnating in a fuel gas flow route. Therefore, the cell production-of-electricity distribution resulting from the distance from a fuel supply port is cancelable.

[0020]Since the exhaust system of a fuel gas flow route is intercepted and intact fuel gas etc. are not discharged out of a fuel cell, a fuel cell system with high energy efficiency is obtained. When this invention is applied to a low-temperature fuel cell, facilitating also of transportation of humidifying water and the wastewater of the liquid water which is stagnating in a fuel gas flow route is carried out by the gas stream generated compulsorily.

[0021]The 1st supply route where said pure water matter feeding means specifically connects a pure water matter supply source, this pure water matter supply source, and the end of said fuel gas flow route, It has the 2nd supply route that connects said pure water matter supply source and the other end of said fuel gas flow route, and, as for said compulsive style generating means, it is desirable to have the passage which short-circuits said 1st supply route and said 2nd supply route, and the gas stream generating means established in this passage.

[0022]It becomes easy in the sealed fuel gas flow route to generate the gas stream from which a direction differs alternation and compulsorily by short-circuiting at a passage the 1st supply route and the 2nd supply route which were connected with the both ends of the fuel gas flow route, and establishing a gas stream generating means in a passage.

[0023]As for said gas stream generating means, it is desirable that it is a piston which moves the inside of said passage reciprocally. When a piston is used as a gas stream generating means, the gas stream which flows toward the other end from one end of a fuel gas flow route, and this and the gas stream of an opposite direction can be easily formed by turns only by making a piston move reciprocally in a passage. And in order that a piston action may act on a fluid directly, its transmission efficiency of energy is high and it serves as an effective means also to saving-power-izing.

[0024]

[Mode for carrying out the invention]Hereafter, it explains in detail, referring to Drawings for an embodiment of the invention. The outline block diagram of the fuel cell system concerning a 1st embodiment of this invention is shown in drawing 1. In drawing 1, the fuel cell system 10 concerning this embodiment is provided with the following.

Fuel cell 20.

Pure water matter feeding means 30.

Compulsive style generating means 40.

[0025]Although a fuel cell is classified into some kinds according to the electrolyte to be used, in this embodiment, a polymer electrolyte fuel cell is used as the fuel cell 20. Although the water management of a polymer electrolyte fuel cell of an electrolyte membrane is indispensable, since operating temperature is low and power density is high, when this invention is applied to this, there is an advantage that the fuel cell system 10 suitable as the in-vehicle source of power is obtained.

[0026]It is used for the fuel cell 20 for two or more cells, laminating in series generally. What has various structures can be used for each cell which constitutes the fuel cell 20, and it is not limited in particular to it. When using a polymer electrolyte fuel cell, as the fuel cell 20 the cell 22, As shown in drawing 2, it is common to take the structure sandwiched with the separator 28 provided with the separator 27 and the airstream way 28a which joined the fuel electrode 25 and the air pole 26 to both sides of the solid polyelectrolyte membrane 24, and were provided with the fuel gas flow route 27a for the both sides.

[0027]The fuel cell 20 shown in drawing 1 is the sectional view seen from the fuel electrode 25 side (A-A' line direction of drawing 2) of the cell 22 shown in drawing 2. In this embodiment, the fuel gas flow route 27a is arranged perpendicularly, and fuel gas flows along the white arrow direction in drawing 1.

[0028]The 1st fuel manifold 21a and the 2nd fuel manifold 21b are formed in the upper bed and lower end of the fuel electrode 25, respectively, and the ** style of the pure water matter supplied from the pure water matter feeding means 30 is carried out to each fuel gas flow route.

[0029]In addition, the air supply and the excretory system for supplying and discharging air at the air pole 26 side, although a graphic display is not carried out to the fuel cell 20, The draining mechanism for discharging the cooling system for holding uniformly the collecting electrode plate for taking out the electrical and electric equipment generated with the cell 22 and the temperature of each cell 22 and the liquid water generated by fuel cell 20 inside, etc. are established.

[0030]The pure water matter feeding means 30 is provided with the following.

Pure water matter supply source (not shown).

The main supply route 32.

The 1st supply route 34.

The 2nd supply route 36.

A hydrogen cylinder, a hydrogen storing metal alloy, etc. are usually used for a pure water matter supply source.

[0031]It is for the main supply route 32 supplying the pure water matter stored in the pure water matter supply source to the fuel cell 20, and the end is connected with the pure water matter supply source which is not illustrated. The other end of the main supply route 32 has branched, and is connected with one end of the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36, respectively. The pressure regulator 33 is formed in the main supply route 32, and the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 is kept constant.

[0032]The diverter valve 31 is formed in the turning point of the main supply route 32. The diverter valve 31 has a function which prevents the flow of the pure water matter from the 1st supply route 34 in a turning point to the 2nd supply route 36, and this and a reverse direction flow at the same time it supplies pure water matter to the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36 continuously from the main supply route 32.

[0033]It is for the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36 distributing uniformly the pure water matter supplied from the main supply route 32 to the upper bed [of a fuel gas flow route], and lower end side, respectively, and the other end is connected with the 1st fuel manifold 21a and the 2nd fuel manifold 21b, respectively. Therefore, the fuel cell system 10 is a sealing system which does not have an exhaust system in the fuel electrode 25 side.

[0034]The humidifiers 35 and 37 are formed in the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36, and the pure water matter distributed from the main supply route 32 can be individually humidified now to them, respectively. Thus, when the humidifiers 35 and 37 are formed in the 1st supply route

34 and the 2nd supply route 36, according to the operation condition of the fuel cell 20, the advantage that the humidifying amount of fuel gas is finely controllable is in them, respectively.

[0035]As the humidifiers 35 and 37, steam generators, such as a Vavra style steam generator and a hollow child film type steam generator, may be used, or mist generators, such as a nozzle type mist generator and an ultrasonic vibrator type nozzle generator, may be used. A humidifier may be attached to either instead of forming the humidifiers 35 and 37 in the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36, respectively.

[0036]The compulsive style generating means 40 is provided with the following.

Passage 42.

Piston 44.

In the upstream of the humidifiers 35 and 37, the passage 42 is formed so that the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36 may be short-circuited. Therefore, a part of a part of passage 42, 1st supply route 34, fuel gas flow route of the fuel cell 20, and 2nd supply route 36 turn into a flow path of fuel gas.

[0037]The piston 44 is a gas stream generating means for generating alternation and compulsorily the gas stream of the fuel gas with which directions differ in a fuel gas flow route, and is provided in the inside of the passage 42, enabling a free round trip.

[0038]When the piston 44 is used as a gas stream generating means, there is an advantage that the gas stream from which a direction differs can be easily generated only by making the piston 44 move reciprocately in the passage 42. In applying the fuel cell system 10 to the in-vehicle source of power especially, it is not necessary to form separately the equipment which makes the piston 44 drive, and there is an advantage that movement of the axis of rotation of vehicles, a cam, etc. can be used as a driving source. Since reciprocating movement of the piston 44 acts on a fluid directly, its energy efficiency is high and it serves as an effective means to saving-power-izing. In particular, in a piston action, since application of pressure and decompression are realizable for piston 44 both ends, efficient flow formation is attained.

[0039]The concrete form of the pistons 44, such as stroke length of the piston 44, and a ratio of the cross-section area of the piston 44, and the cross-section area of a fuel gas flow route, Although not limited in particular, when reversing the gas stream formed in a fuel gas flow route, it is desirable to determine that the liquid water 68 which stagnates in a fuel gas flow route is discharged thoroughly.

[0040]In addition, generate in the fuel cell system 10 in fuel cell 20 inside, and the liquid water 68 and fuel gas which were discharged by the 1st fuel manifold 21a and the 2nd fuel manifold 21b are divided into it, It may have further the separation mechanism which collects the liquid water 68, the liquid hydrogen circulator style which returns the collected liquid water 68 to the humidifiers 35 and 37, and reuses it, etc.

[0041]When such a separation mechanism and a liquid hydrogen circulator style are provided, there is an advantage that water capacity of the fuel cell system 10 whole can be lessened. Since the quantity of heat which liquid hydrogen has is recyclable if fuel gas is re-supplied by making into mist or a steam the liquid hydrogen by which separate recovery was carried out and it uses for steam pressure control, there is an advantage of contributing to reservation of energy efficiency and saving power-ization.

[0042]Next, an operation of the fuel cell system 10 shown in drawing 1 is explained. If hydrogen and air are supplied to the fuel electrode 25 and the air pole 26, the hydrogen supplied to the fuel electrode 25 side will be consumed by an electrode reaction by them, and the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 will fall to them, respectively. Pure water matter is continuously supplied until the pressure regulator 33 will operate and the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 will reach a predetermined value, if the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 declines. Therefore, since intact fuel gas, a steam, quantity of heat, etc. stay in the sealed fuel cell 20 and are not discharged out of the fuel cell 20, the fuel cell system 10 which has

high energy efficiency is obtained.

[0043]The piston 44 is made to move reciprocally with predetermined pitch along the passage 42 using the driving source which is not illustrated at the same time the internal pressure by the side of the fuel electrode 25 is kept constant with the pressure regulator 33 at the time of continuous running. Thereby, the strong gas stream from which a direction differs in a fuel gas flow route can be generated alternation and compulsorily.

[0044]That is, since the pure water matter which was filling the upper space of the piston 44 is extruded by the 1st supply route 34 when moving the piston 44 up, the strong gas stream which goes to a lower end from the upper bed of a fuel gas flow route is formed in the fuel electrode 25 side. Since similarly the pure water matter which was filling the lower space of the piston 44 is extruded by the 2nd supply route 36 when moving the piston 44 caudad, contrary to the above-mentioned, the strong gas stream which goes to an upper bed from the lower end of a fuel gas flow route is formed in the fuel electrode 25 side.

[0045]Therefore, if the humidifiers 35 and 37 are operated at this time and the moisture of the specified quantity is added in fuel gas, the gas stream generated compulsorily can convey moisture to the fuel electrode 25. Since the gas stream which changes a direction by turns as a means of transport of humidifying water is used, it also becomes possible to supply water to all the corners inside a cell selectively or uniformly. What is necessary is to control the operation capability of the humidifiers 35 and 37, and also just to control the humidifying amount to fuel gas by adjusting the specifications (the rate of flow, moving width of the piston 44, pitch, etc.) of a flow.

[0046]Although flooding and the prevention from a channel blockade secured gas supply required for a reaction and became an element indispensable to the stable operation of the fuel cell 20, in the conventional fuel cell system, it cannot supply fuel gas to the fuel gas flow route after a flooding portion. However, since the direction of a gas stream is compulsorily reversed with the piston 44 according to this invention, fuel gas can be easily supplied also to the fuel gas flow route after a flooding portion.

[0047]According to the gas stream compulsorily generated when the stroke length of the piston 44, a cross-section area, etc. were suitable. The liquid water 68 and 68 -- which are stagnating in a fuel gas flow route can be thoroughly discharged to the 1st fuel manifold 21a or 2nd fuel manifold 21b side, and flooding and a channel blockade can also be canceled.

[0048]The rate of flow of a gas stream is controllable by the ratio of the stroke length of the piston 44, pitch, the cross-section area of the piston 44, and the cross-section area of the fuel gas flow route 27a, etc. However, necessity has that the pitch of the piston 44 is small to such an extent that it can generate the gas stream of an opposite direction by turns. If the pitch of the piston 44 is too large, since fuel gas becomes repeats expansion and compression and the gas stream of an opposite direction cannot be formed in the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36, it is not desirable.

[0049]Reciprocating movement of the piston 44 may be intermittently performed so that it may carry out continuously so that a gas stream may always be formed in a fuel gas flow route, or a gas stream may be formed with a predetermined time interval.

[0050]Cell power generation distribution is cancelable by generating by turns the gas stream from which a direction differs in the fuel electrode 25 side using the compulsive style generating means 40. For example, since hydrogen in fuel gas is consumed one by one when the pure water matter by which moisture was added with the humidifier 35 is compulsorily passed toward the 2nd fuel manifold 21b from the 1st fuel manifold 21a, The hydrogen molar fraction in fuel gas falls as are shown in drawing 4 (a), and near the upper bed of a fuel gas flow route becomes the highest and it goes to the lower end vicinity of a fuel gas flow route, i.e., the downstream of a flow.

[0051]As a result, near 1st fuel manifold 21a, more cell reactions advance and cell power generation distribution occurs. If cell power generation distribution occurs, the load near the entrance of fuel gas becomes large, and can become the cause of shortening a battery life. Since the big production

of electricity in the downstream is not obtained, in order to raise the full force power of the fuel cell 20, there is a problem that the fuel cell 20 whole must be enlarged.

[0052]By consuming hydrogen in fuel gas, the water molar fraction in fuel gas becomes high as are shown in drawing 4 (d) and it progresses to the downstream of a flow. As a result, near 2nd fuel manifold 21b, the steam in fuel gas condenses and flooding and a channel blockade occur easily.

[0053]When similarly the pure water matter by which moisture was added with the humidifier 37 is compulsorily passed toward the 1st fuel manifold 21a from the 2nd fuel manifold 21b, The hydrogen molar fraction in fuel gas falls as are shown in drawing 4 (b), and the lower end vicinity of a fuel gas flow route becomes the highest conversely with the above-mentioned and it progresses to the upper bed side of a fuel gas flow route. As a result, near 2nd fuel manifold 21b, more cell reactions advance and cell power generation distribution occurs.

[0054]A water molar fraction in fuel gas becomes high as are shown in drawing 4 (e) and it progresses to the upper bed side of a fuel gas flow route. As a result, near 1st fuel manifold 21a, a steam in fuel gas condenses and flooding and a channel blockade occur easily.

[0055]However, if a gas stream from which a direction differs is generated by turns, in either one of an upper bed side of a fuel gas flow route, and the lower end side, a hydrogen molar fraction in fuel gas will become high momentarily, but. If a time average is taken, as shown in drawing 4 (c), a hydrogen molar fraction within a fuel gas flow route will not be based on distance from a fuel supply port, but will become uniform.

[0056]Therefore, cell power generation distribution is canceled and the life-span of [the fuel cell 20] can be extended. Since a cell reaction advances uniformly by the whole fuel cell 20 whole, an output per unit volume of the fuel cell 20 can improve, and the fuel cell 20 can be miniaturized.

[0057]Although the water molar fraction in fuel gas is also the same and inclination arises in a water molar fraction momentarily, if a time average is taken, as shown in drawing 4 (f), it will not be based on the distance from a fuel supply port, but will become uniform. This becomes possible to control flooding and a channel blockade.

[0058]Next, the fuel cell system concerning a 2nd embodiment of this invention is explained. The outline block diagram of the fuel cell system 50 concerning this embodiment is shown in drawing 3. In drawing 3, the fuel cell system 50 concerning this embodiment makes horizontal the direction of a fuel gas flow route (not shown), and has the same composition as the fuel cell system 10 concerning a 1st embodiment except having made it make the white arrow direction in drawing 3 generate a gas stream.

[0059]Since the fuel electrode 25 side is a sealing system according to the fuel cell system 50 concerning this embodiment, intact fuel etc. are not discharged from the fuel electrode 25 side, and it becomes a system with high energy efficiency. Facilitating of the discharge of the liquid water 68 by which it was generated in the supply and fuel electrode 25 side of humidifying water by the compulsive style generating means 40 since the gas stream of the counter direction was generated by turns in the fuel gas flow route is carried out, and cell power generation distribution can also be canceled.

[0060]Since the draining effect by gravity was not acquired, it was difficult to make a fuel gas flow route horizontal, in order that liquid water may stagnate in a fuel gas flow route and flooding and a channel blockade may occur easily in the conventional sealing system. However, since the liquid water 68 within a fuel gas flow route is discharged by the gas stream generated compulsorily according to the fuel cell system 50 concerning this embodiment, even if it makes a fuel gas flow route horizontal, the stable operation of the fuel cell 20 can be carried out.

[0061]A manifold can also be attached to the horizontal both ends of the fuel cell 20 by having made the fuel gas flow route horizontal. Therefore, the space saving in a perpendicular direction becomes possible, and the suitable fuel cell system 50 can be especially obtained as the in-vehicle source of power.

[0062]As mentioned above, although the embodiment of the invention was described in detail,

various changes are possible for this invention within limits which are not limited to the above-mentioned embodiment at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[0063]For example, although the above-mentioned embodiment explained the example which applied this invention to the polymer electrolyte fuel cell, electrolytic water management can apply a phosphoric acid fuel cell, an alkaline fuel cell, etc. also to other indispensable low-temperature fuel cells.

[0064]Although the pure water matter feeding means 30 and the compulsive style generating means 40 have structure which shared a part of 1st supply route 34 and 2nd supply route 36 in the above-mentioned embodiment, The compulsive style generating means 40 is established independently, and it may be made to generate by turns the gas stream from which a direction differs in a fuel gas flow route by this in the pure water matter feeding means 30.

[0065]Although it has structure which distributes the pure water matter supplied from the one pure water matter feeding means 30 to the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36, respectively in the above-mentioned embodiment, The two pure water matter feeding means 30 are established, and it may be made to supply pure water matter to the 1st supply route 34 and the 2nd supply route 36 individually, respectively.

[0066]Although the piston 44 is used as a gas stream generating means in the above-mentioned embodiment, A pivotable fan etc. may use for a counter direction other sources of power in which flow generating is possible instead of the piston 44 instead of what is limited to the piston 44, and, thereby, the same effect as the above-mentioned embodiment can be acquired.

[0067]

[Effect of the Invention]The fuel cell with which the fuel cell system concerning this invention was provided with the fuel gas flow route by which the exhaust system was intercepted, Since it has the pure water matter feeding means which supplies pure water matter to said fuel gas flow route, and the compulsive style generating means which generates by turns the gas stream from which a direction differs in said fuel gas flow route, The gas stream from which a direction differs can be given alternation and compulsorily to the pure water matter which is stagnating in a fuel gas flow route, and it is effective in the cell production-of-electricity distribution resulting from the distance from a fuel supply port being cancelable.

[0068]Since intact fuel gas etc. are not discharged out of a fuel cell, it is effective in a fuel cell system with high energy efficiency being obtained. When this invention is applied to a low-temperature fuel cell, it is effective in facilitating also of transportation of humidifying water and the wastewater of the liquid water by which it was generated within the fuel gas flow route being carried out by the gas stream generated compulsorily.

[0069]The 1st supply route that connects a pure water matter supply source and the end of a fuel gas flow route, When the 2nd supply route that connects a pure water matter supply source and the other end of a fuel gas flow route is short-circuited at a passage and a gas stream generating means is established in a passage, it is effective in it becoming easy to generate the gas stream from which a direction differs alternation and compulsorily in a fuel gas flow route.

[0070]When the piston which moves the inside of a passage reciprocally is used as a gas stream generating means, the gas stream from which a direction differs can be formed alternation and easily only by making a piston move reciprocally in a passage, and it is effective in saving power-ization being attained.

[0071]As mentioned above, the thing which no cell production-of-electricity distribution which could not be attained in the conventional fuel cell system is according to the fuel cell system concerning this invention, It becomes possible to satisfy all with easy that energy efficiency is high, that the flexibility of manifold arrangement is high, transportation of humidifying water, and wastewater of liquid water. Therefore, if this is applied to the fuel cell system for for example, the in-vehicle sources of power, it will contribute to a high increase in power of a car, improvement in fuel consumption, etc., and will be very large invention of the effect industrially.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an outline block diagram of the fuel cell system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a sectional view of the cell which constitutes a fuel cell.

[Drawing 3]It is an outline block diagram of the fuel cell system concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 4]Drawing 4 (a). - (c) is a figure showing the influence of the direction of a gas stream exerted on the hydrogen molar fraction inclination in a fuel gas flow route.

Drawing 4 (d). - (f) is a figure showing the influence of the direction of a gas stream exerted on the water molar fraction inclination in a fuel gas flow route.

[Drawing 5]It is an outline block diagram of the fuel cell system which makes conventional reformed gas fuel sources.

[Drawing 6]It is an outline block diagram of the fuel cell system which makes the conventional pure water matter fuel sources.

[Explanations of letters or numerals]

10 Fuel cell system

20 Fuel cell

30 Pure water matter feeding means

34 The 1st supply route

36 The 2nd supply route

40 Compulsive style generating means

42 Passage

44 Piston (gas stream generating means)

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

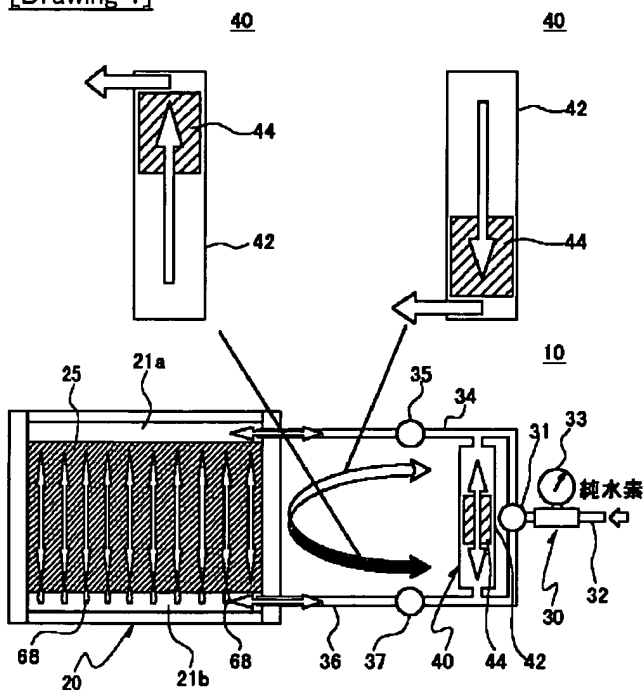
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

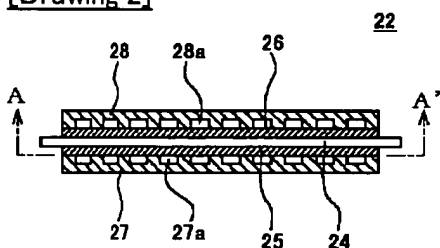
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

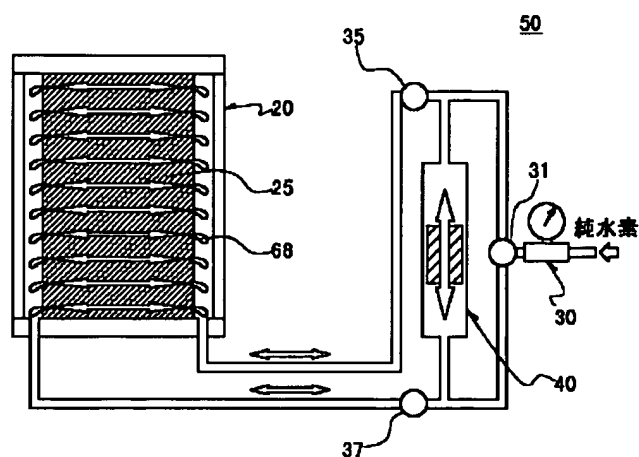
[Drawing 1]



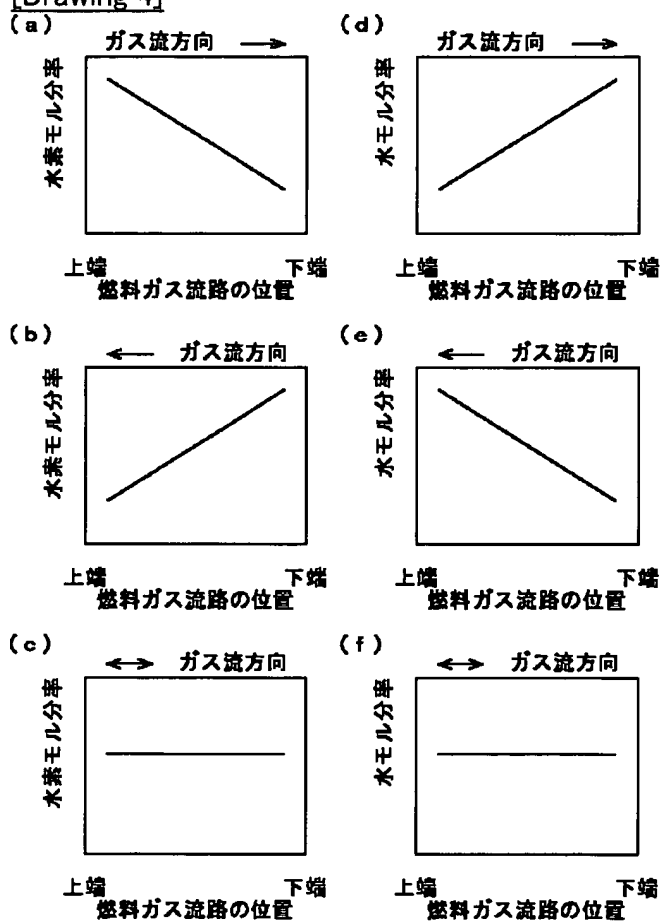
[Drawing 2]



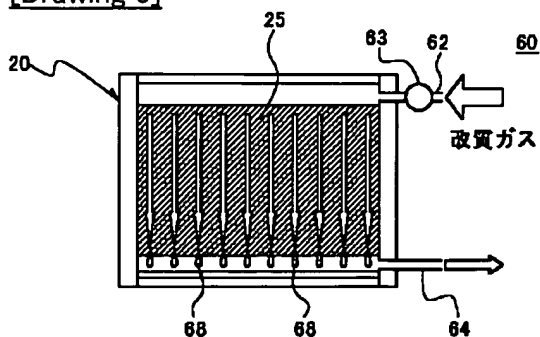
[Drawing 3]



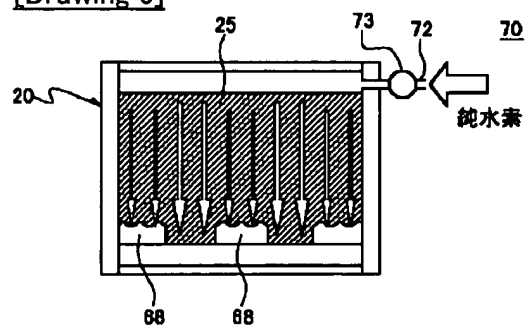
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-6704

(P2001-6704A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	R 5 H 0 2 6
	8/04	8/04	N 5 H 0 2 7
// H 0 1 M 8/10		8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-171794

(22) 出願日 平成11年6月18日 (1999.6.18)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 志満津 孝

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100095669

弁理士 上野 登 (外1名)

Fターム(参考) 5H026 AA03 AA04 AA06 CC03

5H027 AA03 AA04 AA06 BA13 BA14

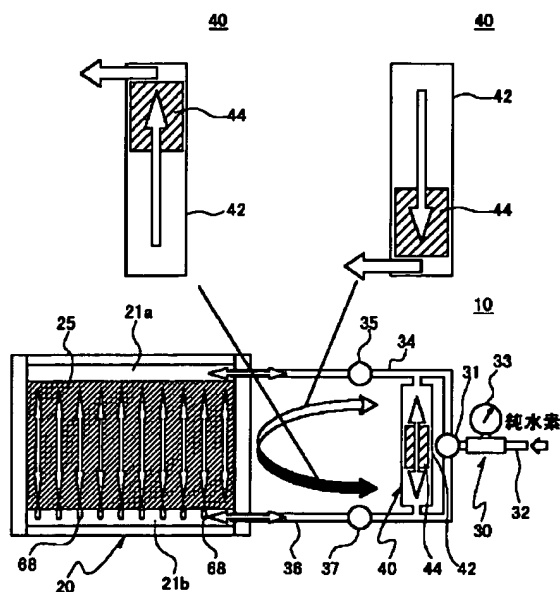
BA19 MM08

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料供給口からの距離に起因する電池発電分布を解消することができ、エネルギー効率が高く、電解質への加湿水の輸送及び燃料ガス流路内で生成した液体水の排水が容易な燃料電池システムを提供すること。

【解決手段】 排気系統が遮断された燃料ガス流路を備えた燃料電池20に、純水素供給手段30と強制流発生手段40とを設ける。連続運転時には、純水素供給手段30を介して消費された純水素を燃料電池20に補給しながら、強制流発生手段40を用いて燃料電池20の燃料ガス流路内に、方向の異なるガス流を交互に、かつ、強制的に発生させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気系統が遮断された燃料ガス流路を備えた燃料電池と、前記燃料ガス流路に純水素を供給する純水素供給手段と、方向の異なるガス流を前記燃料ガス流路内に交互に発生させる強制流発生手段とを備えていることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記純水素供給手段は、純水素供給源と、該純水素供給源と前記燃料ガス流路の一端とを連結する第1供給路と、前記純水素供給源と前記燃料ガス流路の他端とを連結する第2供給路とを備え、前記強制流発生手段は、前記第1供給路と前記第2供給路とを短絡させる通路と、該通路内に設けられたガス流発生手段とを備えていることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記ガス流発生手段は、前記通路内を往復運動するピストンであることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに関し、さらに詳しくは、車載動力源あるいは定置型の小型発電器等として好適な、純水素を燃料源とする燃料電池を備えた燃料電池システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、燃料の供給と燃焼生成物の排出とを連続的にを行い、燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する電池であり、発電効率が高いこと、大気汚染物質の放出量が少ないこと、騒音が少ないこと、規模を自由に選べること、等の特徴を有している。燃料電池は、使用する電解質の種類により、固体高分子型、リン酸型、アルカリ型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型等に分類される。

【0003】このような燃料電池において、燃料ガスには、一般に、電池反応に対する活性の高い水素を主成分とするガス、例えば、改質ガス、純水素等が用いられる。改質ガスは、周知のように、メタノール、天然ガス、LPG、ナフサ、灯油等と水蒸気とを触媒存在下で反応させることにより得られるガスであり、水素以外にも、二酸化炭素、水蒸気等、電池反応に対して不活性な非水素物質が含まれている。

【0004】そのため、改質ガスを燃料源とする燃料電池システム60においては、図5に示すように、通常、燃料電池20の燃料極25側に燃料ガスを供給するための供給系統62の他に、燃料極25側に供給された燃料ガスの一部を燃料電池20外に排出するための排気系統64が設けられている（以下、このような燃料電池システムを「開放システム」という。）。

【0005】そして、開放システムにおいては、電池反

応に対して不活性な物質が燃料電池20内部で濃縮されないように、燃料極25に供給された改質ガスに含まれる水素の一部を電池反応に利用し、残った水素を非水素物質と共に連続的に排出しながら発電が行われる。

【0006】これに対し、純水素を燃料ガスとして供給する場合、燃料極側において電池反応に対して不活性な成分が濃縮するおそれは少ない。そのため、このような純水素を燃料源とする燃料電池システム70においては、図6に示すように、燃料電池20の燃料極25側に燃料ガスを供給するための供給系統72のみが必要であり、燃料ガスの排気系統は必ずしも必要ではない（以下、このような燃料電池システムを「密閉システム」という。）。

【0007】そして、密閉システムにおいては、電池反応によって燃料電池20内の水素が消費されると燃料極25側の内部圧力が低下するので、供給系統72を介して水素を補給し、燃料極25側の内部圧力を一定に保ちながら発電が行われる。

【0008】

20 【発明が解決しようとする課題】図5に示す開放システムは、燃料極25側に排気系統64があるために、燃料ガス流路（図示せず）内には、常にガス流（図5中、白矢印で表示）が発生している。そのため、電解質の含水率を適正に維持する必要がある低温燃料電池に対して開放システムを適用する場合には、供給系統62に加湿器63を設け、加湿器63を用いて燃料ガスを加湿すれば、燃料ガスと共に水分を電解質に補給することができ、加湿水の輸送が容易であるという利点がある。

30 【0009】また、低温燃料電池は、燃料ガス中に含まれる水蒸気の凝縮、バックリフュージョン等により燃料ガス流路内で液体水が生成し、液体水により燃料ガス流路内が閉塞するおそれがあるが、開放システムによれば、排気によって形成される強いガス流により、燃料ガス流路内に滞留している液体水68、68…を効果的に排除できるという利点がある。

40 【0010】しかしながら、開放システムにおいては、常に燃料ガス流路の一方のみから燃料ガスが供給されるので、燃料ガス流路の入り口側でより多くの電池反応が進行し、燃料ガス流路の後段では、水素濃度が著しく低下する。そのため、燃料電池20を安定作動させるためには、燃料ガス利用率を高く設定できないという問題がある。

【0011】また、電池反応に利用されなかった燃料ガスと共に、水蒸気、熱量なども燃料電池20外に排出されるので、エネルギー効率低下への影響が大きいという問題がある。また、水蒸気が排出されることによって水の消費量が多くなり、燃料電池システム60が保有する水量を増加させる原因となっている。

【0012】これに対し、図6に示すような密閉システムにおいては、未使用燃料ガス、水蒸気、熱量などが閉

空間内に滞在し、燃料電池20外に排出されないで、エネルギー効率の高い燃料電池システム70を構築できるという利点がある。また、消費された水分を補給するだけで、燃料電池20の温度に依存した蒸気圧が確保され、蒸気圧を一定に保ちやすいという利点がある。

【0013】しかしながら、供給系統72から補充された燃料ガスは、燃料電池20内部の圧力上昇のみに作用し、燃料ガス流路内における強いガス流の形成までには至らない。そのため、供給系統72に加湿器73を設けて燃料ガスを加湿しても、加湿水の輸送手段がなく、燃料電池20内部において消費された水分を速やかに補給できないという問題がある。また、これによって、連続及び過渡作動時には電解質の含水率が低下し、電解質の抵抗が急増する傾向を示すという問題がある。

【0014】また、強いガス流が形成されないために、燃料ガス流路内に液体水68、68…が滞留した場合、流路外へ排出する能力が低く、フラッディング・流路閉塞などが起きやすいという問題がある。この問題を解決するために、燃料ガス流路を垂直方向に配置し、重力効果によって排水する方法も考えられる。しかしながら、燃料ガス流路は、発電効率を高くするために狭くなっているのが一般的であるので、表面張力によって燃料ガス流路内に水滴が捕捉され易く、円滑な水分排出は困難である。

【0015】さらに、純水素を燃料源とする密閉システムであっても、水素モル分圧（もしくは全圧）による影響から、燃料ガス流路の入り口側でより多くの電池反応が進行するので、燃料ガス流路内において水素モル分圧勾配が発生する。特に、燃料ガス流路を垂直方向に配置した場合には、燃料ガス流路内で生成した液体水68、68…が重力により燃料電池20の下部に移動し、その部分のガス流が更に弱くなる。そのため、弱いガス流との相乗効果から、燃料供給口から遠くなるほど反応量が少なくなり、電池発電分布が発生するという問題がある。

【0016】本発明が解決しようとする課題は、燃料供給口からの距離に起因する電池発電量分布を解消することができ、しかも、エネルギー効率の高い燃料電池システムを提供することにある。

【0017】また、本発明が解決しようとする他の課題は、電解質の水管理が必要な低温燃料電池に適用した場合であっても、電解質への加湿水の輸送が容易であり、しかも、液体水によるフラッディング・流路閉塞を防止することが可能な燃料電池システムを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明に係る燃料電池システムは、排気系統が遮断された燃料ガス流路を備えた燃料電池と、前記燃料ガス流路に純水素を供給する純水素供給手段と、方向の異なる

ガス流を前記燃料ガス流路内に交互に発生させる強制流発生手段とを備えていることを要旨とするものである。

【0019】上記構成を有する本発明に係る燃料電池システムは、強制流発生手段を備えているので、燃料ガス流路内に滞留している純水素に対し、方向の異なるガス流が交互に、かつ、強制的に付与される。そのため、燃料供給口からの距離に起因する電池発電量分布を解消することができる。

【0020】また、燃料ガス流路の排気系統が遮断され、未使用燃料ガス等が燃料電池外に排出されないで、エネルギー効率の高い燃料電池システムが得られる。さらに、低温燃料電池に対して本発明を適用した場合には、強制的に発生させたガス流によって、加湿水の輸送や、燃料ガス流路内に滞留している液体水の排水も容易化される。

【0021】具体的には、前記純水素供給手段は、純水素供給源と、該純水素供給源と前記燃料ガス流路の一端とを連結する第1供給路と、前記純水素供給源と前記燃料ガス流路の他端とを連結する第2供給路とを備え、前記強制流発生手段は、前記第1供給路と前記第2供給路とを短絡させる通路と、該通路内に設けられたガス流発生手段とを備えていることが望ましい。

【0022】燃料ガス流路の両端に連結された第1供給路及び第2供給路を通路で短絡させ、通路内にガス流発生手段を設けることにより、密閉された燃料ガス流路内に方向の異なるガス流を交互にかつ強制的に発生させることが容易となる。

【0023】また、前記ガス流発生手段は、前記通路内を往復運動するピストンであることが望ましい。ガス流発生手段としてピストンを用いた場合には、通路内でピストンを往復運動させるだけで、容易に、燃料ガス流路の一端から他端に向かって流れるガス流と、これと逆方向のガス流とを交互に形成することができる。しかも、ピストン運動は、直接的に流体に作用するため、エネルギーの伝達効率が高く、省動力化に対しても有効な手段となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1に、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池システムの概略構成図を示す。図1において、本実施の形態に係る燃料電池システム10は、燃料電池20と、純水素供給手段30と、強制流発生手段40とを備えている。

【0025】燃料電池は、使用する電解質によっていくつかの種類に分類されるが、本実施の形態においては、燃料電池20として、固体高分子型燃料電池が用いられる。固体高分子型燃料電池は、電解質膜の水管理が必須であるが、作動温度が低く、出力密度が高いので、これに対して本発明を適用した場合には、車載動力源として好適な燃料電池システム10が得られるという利点があ

る。

【0026】また、燃料電池20は、一般に、複数の単電池を直列に積層して使用される。燃料電池20を構成する各単電池には、種々の構造を有するものを用いることができ、特に限定されるものではない。燃料電池20として、固体高分子型燃料電池を用いる場合、単電池22は、図2に示すように、固体高分子電解質膜24の両面に燃料極25及び空気極26を接合し、その両面を、燃料ガス流路27aを備えたセパレータ27及び空気流路28aを備えたセパレータ28で挟持した構造をとる10のが一般的である。

【0027】なお、図1に示す燃料電池20は、図2に示す単電池22の燃料極25側（図2のA-A'線方向）から見た断面図である。また、本実施の形態では、燃料ガス流路27aは、垂直方向に配置されており、図1中の白矢印方向に沿って燃料ガスが流れるようになっている。

【0028】さらに、燃料極25の上端及び下端には、それぞれ、第1燃料マニホールド21a及び第2燃料マニホールド21bが設けられ、純水素供給手段30から20供給される純水素を、各燃料ガス流路に配流させるようになっている。

【0029】この他、燃料電池20には、図示はしないが、空気極26側に空気を供給・排出するための空気供給・排出系、単電池22で発電された電気を取り出すための集電板、各単電池22の温度を一定に保持するための冷却装置、燃料電池20内部で生成した液体水を排出するための排水機構等が設けられている。

【0030】純水素供給手段30は、純水素供給源（図示せず）と、主供給路32と、第1供給路34と、第2供給路36とを備えている。純水素供給源には、通常、水素ポンプ、水素吸蔵合金等が用いられる。30

【0031】主供給路32は、純水素供給源に貯蔵されている純水素を燃料電池20に供給するためのものであり、その一端は、図示しない純水素供給源に連結されている。また、主供給路32の他端は分岐しており、それぞれ、第1供給路34及び第2供給路36の一端に連結されている。さらに、主供給路32には圧力調整器33が設けられ、燃料極25側の内部圧力を一定に保つようになっている。

【0032】また、主供給路32の分岐点には、切り換え弁31が設けられている。切り換え弁31は、主供給路32から第1供給路34及び第2供給路36に純水素を連続的に供給すると同時に、分岐点における第1供給路34から第2供給路36への純水素の流れ、及びこれと逆方向の流れを阻止する機能を有するものである。

【0033】第1供給路34及び第2供給路36は、主供給路32から供給される純水素を、それぞれ、燃料ガス流路の上端側及び下端側に均等に分配するためのものであり、その他端は、それぞれ、第1燃料マニホールド50

21a及び第2燃料マニホールド21bに連結されている。従って、燃料電池システム10は、燃料極25側に排気系統のない密閉システムとなっている。

【0034】さらに、第1供給路34及び第2供給路36には、それぞれ、加湿器35及び37が設けられ、主供給路32から分配された純水素を個別に加湿できるようになっている。このように、第1供給路34及び第2供給路36にそれぞれ、加湿器35、37を設けると、燃料電池20の作動状況に応じて、燃料ガスの加湿量を細かく制御できるという利点がある。

【0035】なお、加湿器35、37としては、バブラ式水蒸気発生器、中空子膜式水蒸気発生器等の水蒸気発生器を用いても良く、あるいは、ノズル式ミスト発生器、超音波振動子式ノズル発生器等のミスト発生器を用いても良い。また、第1供給路34及び第2供給路36にそれぞれ加湿器35及び37を設ける代わりに、いずれか一方に加湿器を取り付けても良い。

【0036】強制流発生手段40は、通路42と、ピストン44とを備えている。通路42は、加湿器35、37の上流側において、第1供給路34及び第2供給路36を短絡させるように設けられている。従って、通路42、第1供給路34の一部、燃料電池20の燃料ガス流路、及び第2供給路36の一部が、燃料ガスの流れ経路となる。

【0037】また、ピストン44は、方向の異なる燃料ガスのガス流を燃料ガス流路内に交互に、かつ、強制的に発生させるためのガス流発生手段であり、通路42の内部に往復自在に設けられている。

【0038】ガス流発生手段としてピストン44を用いると、ピストン44を通路42内で往復運動させるだけで、方向の異なるガス流を容易に発生させることができるという利点がある。また、特に、燃料電池システム10を車載動力源に応用する場合には、ピストン44を駆動させる装置を別途設ける必要がなく、車両の回転軸、カムなどの運動を駆動源として利用できるという利点がある。さらに、ピストン44の往復運動は、直接的に流体に作用するので、エネルギー効率がよく、省動力化に対して有効な手段となる。特に、ピストン運動では、加圧、減圧をピストン44両端部に実現できることから、40 効率の良い流れ形成が可能となる。

【0039】なお、ピストン44のストローク長、ピストン44の断面積と燃料ガス流路の断面積との比等、ピストン44の具体的形状は、特に限定されるものではないが、燃料ガス流路内に形成されるガス流を反転させる際に、燃料ガス流路内に滞留する液体水68が完全に排出されるように定めるのが望ましい。

【0040】この他、燃料電池システム10には、燃料電池20内部で発生し、第1燃料マニホールド21a及び第2燃料マニホールド21bに排出された液体水68と燃料ガスとを分離し、液体水68を回収する分離機構

や、回収された液体水 68 を加湿器 35、37 に戻して再利用する液水循環機構等をさらに備えていても良い。

【0041】このような分離機構や液水循環機構を設けた場合には、燃料電池システム 10 全体の保水量を少なくすることができるという利点がある。また、分離回収された液水をミストや蒸気として燃料ガスへ再供給し、蒸気圧制御に利用すれば、液水の持つ熱量を再利用することができるので、エネルギー効率の確保、省動力化に寄与するという利点がある。

【0042】次に、図 1 に示す燃料電池システム 10 の作用について説明する。燃料極 25 及び空気極 26 に、それぞれ、水素及び空気が供給されると、燃料極 25 側に供給された水素が電極反応により消費され、燃料極 25 側の内部圧力が低下する。燃料極 25 側の内部圧力が低下すると圧力調整器 33 が作動し、燃料極 25 側の内部圧力が所定の値になるまで、連続的に純水素が補給される。従って、未使用の燃料ガス、水蒸気、熱量等は、密閉された燃料電池 20 内に滞在し、燃料電池 20 外に排出されることがないので、高いエネルギー効率を有する燃料電池システム 10 が得られる。

【0043】また、連続運転時には、圧力調整器 33 により燃料極 25 側の内部圧力が一定に保たれると同時に、図示しない駆動源を用いてピストン 44 を通路 42 に沿って、所定の振動数で往復運動させる。これにより、燃料ガス流路内に方向の異なる強いガス流を交互に、かつ、強制的に発生させることができる。

【0044】すなわち、ピストン 44 を上方に移動させたときには、ピストン 44 の上部空間を満たしていた純水素が第 1 供給路 34 に押し出されるので、燃料極 25 側には、燃料ガス流路の上端から下端に向かう強いガス流が形成される。同様に、ピストン 44 を下方に移動させたときには、ピストン 44 の下部空間を満たしていた純水素が第 2 供給路 36 に押し出されるので、燃料極 25 側には、前述とは逆に、燃料ガス流路の下端から上端に向かう強いガス流が形成される。

【0045】そのため、この時に加湿器 35、37 を作動させ、燃料ガス中に所定量の水分を添加すれば、強制的に発生させたガス流によって、水分を燃料極 25 に輸送することができる。また、加湿水の輸送手段として交互に方向が変わるガス流を利用しているので、電池内部の隅々に水を選択的もしくは均一に供給することも可能となる。なお、燃料ガスへの加湿量は、加湿器 35、37 の作動能力を制御する他、流れの諸元（流速、ピストン 44 の移動幅、振動数など）を調節することによって制御すればよい。

【0046】また、フラッシング・流路閉塞防止は、反応に必要なガス供給を確保し、燃料電池 20 の安定作動に不可欠な要素となるが、従来の燃料電池システムにおいては、フラッシング部分以降の燃料ガス流路に燃料ガスを供給することは不可能であった。しかしなが

ら、本発明によれば、ピストン 44 によりガス流の方向を強制的に反転させているので、フラッシング部分以降の燃料ガス流路へも燃料ガスを容易に供給できる。

【0047】また、ピストン 44 のストローク長、断面積等が適切であれば、強制的に発生させたガス流により、燃料ガス流路内に滞留している液体水 68、68…を第 1 燃料マニホールド 21 a 側、あるいは第 2 燃料マニホールド 21 b 側に完全に排出することができ、フラッシング・流路閉塞を解消することもできる。

【0048】なお、ガス流の流速は、ピストン 44 のストローク長、振動数、ピストン 44 の断面積と燃料ガス流路 27 a の断面積との比等により制御することができる。但し、ピストン 44 の振動数は、逆方向のガス流を交互に発生させることができる程度に小さいことが必要がある。ピストン 44 の振動数が大きすぎると、第 1 供給路 34 及び第 2 供給路 36 内で、燃料ガスが膨張・圧縮を繰り返すだけとなり、逆方向のガス流を形成することができないので好ましくない。

【0049】また、ピストン 44 の往復運動は、燃料ガス流路内に常にガス流が形成されるように連続的に行っても良く、あるいは、所定の時間間隔でガス流が形成されるように断続的に行っても良い。

【0050】さらに、強制流発生手段 40 を用いて燃料極 25 側に方向の異なるガス流を交互に発生させることにより、電池発電分布を解消することができる。例えば、加湿器 35 により水分が添加された純水素を第 1 燃料マニホールド 21 a から第 2 燃料マニホールド 21 b に向かって強制的に流した場合、燃料ガス中の水素が順次消費されていくので、燃料ガス中の水素モル分率は、図 4 (a) に示すように、燃料ガス流路の上端付近が最も高くなり、燃料ガス流路の下端付近、すなわち、流れの下流側に進むにつれて低下する。

【0051】その結果、第 1 燃料マニホールド 21 a 付近で、より多くの電池反応が進行し、電池発電分布が発生する。電池発電分布が発生すると、燃料ガスの入り口付近での負荷が大きくなり、電池寿命を短縮化させる原因となり得る。また、下流側では大きな発電量が得られないので、燃料電池 20 の総出力を上げるには、燃料電池 20 全体を大型化せざるを得ないという問題がある。

【0052】また、燃料ガス中の水素が消費されることによって、燃料ガス中の水モル分率は、図 4 (d) に示すように、流れの下流側に進むにつれて高くなる。その結果、第 2 燃料マニホールド 21 b 付近では、燃料ガス中の水蒸気が凝縮し、フラッシング・流路閉塞が起きやすくなる。

【0053】同様に、加湿器 37 により水分が添加された純水素を第 2 燃料マニホールド 21 b から第 1 燃料マニホールド 21 a に向かって強制的に流した場合には、燃料ガス中の水素モル分率は、図 4 (b) に示すように、前述とは逆に、燃料ガス流路の下端付近が最も高く

なり、燃料ガス流路の上端側に進むにつれて低下する。その結果、第2燃料マニホールド21b付近で、より多くの電池反応が進行し、電池発電分布が発生する。

【0054】また、燃料ガス中の水モル分率は、図4(e)に示すように、燃料ガス流路の上端側に進むにつれて高くなる。その結果、第1燃料マニホールド21a付近では、燃料ガス中の水蒸気が凝縮し、フラッディング・流路閉塞が起きやすくなる。

【0055】しかしながら、方向の異なるガス流を交互に発生させると、瞬間的には燃料ガス流路の上端側及び下端側のいずれか一方において、燃料ガス中の水素モル分率が高くなるが、時間平均を取れば、図4(c)に示すように、燃料ガス流路内における水素モル分率は、燃料供給口からの距離によらず、均一になる。

【0056】そのため、電池発電分布が解消され、燃料電池20を長寿命化することができる。また、燃料電池全体20全体で均一に電池反応が進行するので、燃料電池20の単位体積当たりの出力が向上し、燃料電池20を小型化することができる。

【0057】また、燃料ガス中の水モル分率も同様であり、瞬間的には水モル分率に勾配が生じるが、時間平均を取れば、図4(f)に示すように、燃料供給口からの距離によらず、均一になる。これにより、フラッディング・流路閉塞を抑制することが可能となる。

【0058】次に、本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムについて説明する。図3に、本実施の形態に係る燃料電池システム50の概略構成図を示す。図3において、本実施の形態に係る燃料電池システム50は、燃料ガス流路(図示せず)の方向を水平方向にし、図3中の白矢印方向にガス流を発生させるようにした以外は、第1の実施の形態に係る燃料電池システム10と同様の構成を有している。

【0059】本実施の形態に係る燃料電池システム50によれば、燃料極25側が密閉システムになっているので、燃料極25側から未使用燃料等が排出されることがなく、エネルギー効率の高いシステムとなる。また、強制流発生手段40により、燃料ガス流路内に反対方向のガス流を交互に発生させるので、加湿水の供給及び燃料極25側で発生した液体水68の排出が容易化され、電池発電分布も解消することができる。

【0060】さらに、従来の密閉システムでは、燃料ガス流路内に液体水が滞留し、フラッディング・流路閉塞が起きやすいために、燃料ガス流路を水平方向にすることは、重力による排水効果が得られないため、困難であった。しかしながら、本実施の形態に係る燃料電池システム50によれば、強制的に発生させたガス流により燃料ガス流路内の液体水68が排出されるので、燃料ガス流路を水平方向にしても、燃料電池20を安定作動させることができる。

【0061】また、燃料ガス流路を水平方向にしたこと

により、マニホールドを燃料電池20の水平方向両端に取りつけることもできる。そのため、垂直方向における省スペース化が可能となり、車載動力源として特に好適な燃料電池システム50を得ることができる。

【0062】以上、本発明の実施の形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改変が可能である。

【0063】例えば、上記実施の形態では、固体高分子型燃料電池に対して本発明を適用した例について説明したが、リン酸型燃料電池、アルカリ型燃料電池等、電解質の水管理が必須である他の低温燃料電池に対しても適用できる。

【0064】また、上記実施の形態では、純水素供給手段30と強制流発生手段40は、第1供給路34及び第2供給路36の一部を共有した構造になっているが、純水素供給手段30とは独立して強制流発生手段40を設け、これによって燃料ガス流路内に方向の異なるガス流を交互に発生させるようにしても良い。

【0065】また、上記実施の形態では、1つの純水素供給手段30から供給される純水素を、それぞれ、第1供給路34及び第2供給路36に分配する構造になっているが、2つの純水素供給手段30を設けて、第1供給路34及び第2供給路36に、それぞれ、個別に純水素を供給するようにしても良い。

【0066】さらに、上記実施の形態では、ガス流発生手段として、ピストン44を用いているが、ピストン44に限定されるものではなく、ピストン44の代わりに、反対方向に回転可能なファン等、流れ発生可能な他の動力源を用いても良く、これにより上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0067】

【発明の効果】本発明に係る燃料電池システムは、排気系統が遮断された燃料ガス流路を備えた燃料電池と、前記燃料ガス流路に純水素を供給する純水素供給手段と、方向の異なるガス流を前記燃料ガス流路内に交互に発生させる強制流発生手段とを備えているので、燃料ガス流路内に滞留している純水素に対し、方向の異なるガス流を交互に、かつ、強制的に付与することができ、燃料供給口からの距離に起因する電池発電量分布を解消することができるという効果がある。

【0068】また、未使用燃料ガス等が燃料電池外に排出されないため、エネルギー効率の高い燃料電池システムが得られるという効果がある。さらに、低温燃料電池に対して本発明を適用した場合には、強制的に発生させたガス流によって、加湿水の輸送や、燃料ガス流路内で発生した液体水の排水も容易化されるという効果がある。

【0069】また、純水素供給源と燃料ガス流路の一端とを連結する第1供給路と、純水素供給源と燃料ガス流

路の他端とを連結する第2供給路とを通路で短絡させ、通路内にガス流発生手段を設けた場合には、方向の異なるガス流を燃料ガス流路内に交互に、かつ強制的に発生させることが容易になるという効果がある。

【0070】さらに、ガス流発生手段として、通路内を往復運動するピストンを用いた場合には、通路内でピストンを往復運動させるだけで、方向の異なるガス流を交互に、かつ、容易に形成することができ、省動力化も可能になるという効果がある。

【0071】以上のように、本発明に係る燃料電池システムによれば、従来の燃料電池システムでは達成し得なかった、電池発電量分布がないこと、エネルギー効率が低いこと、マニホールド配置の自由度が高いこと、加湿水の輸送及び液体水の排水が容易であることの全てを満足させることが可能となる。そのため、これを例えば車載動力源用の燃料電池システムに応用すれば、自動車の高出力化、燃費の向上等に寄与するものであり、産業上その効果の極めて大きい発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池システムの概略構成図である。

10

20

*

*【図2】燃料電池を構成する単電池の断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムの概略構成図である。

【図4】図4(a)～(c)は、燃料ガス流路中の水素モル分率勾配に及ぼすガス流方向の影響を示す図であり、図4(d)～(f)は、燃料ガス流路中の水モル分率勾配に及ぼすガス流方向の影響を示す図である。

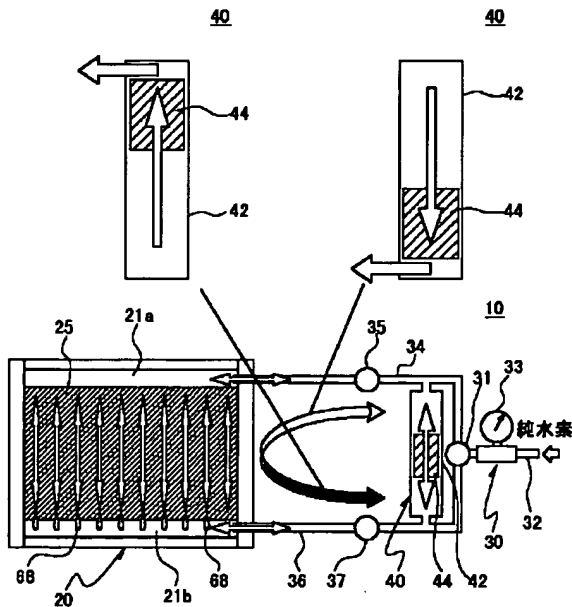
【図5】従来の改質ガスを燃料源とする燃料電池システムの概略構成図である。

【図6】従来の純水素を燃料源とする燃料電池システムの概略構成図である。

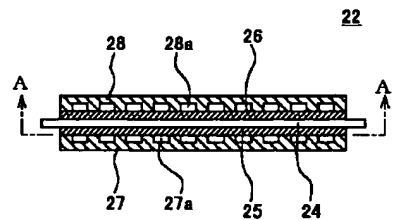
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------|
| 10 | 燃料電池システム |
| 20 | 燃料電池 |
| 30 | 純水素供給手段 |
| 34 | 第1供給路 |
| 36 | 第2供給路 |
| 40 | 強制流発生手段 |
| 42 | 通路 |
| 44 | ピストン（ガス流発生手段） |

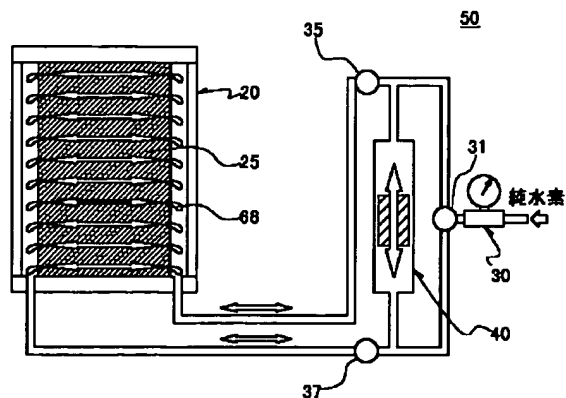
【図1】



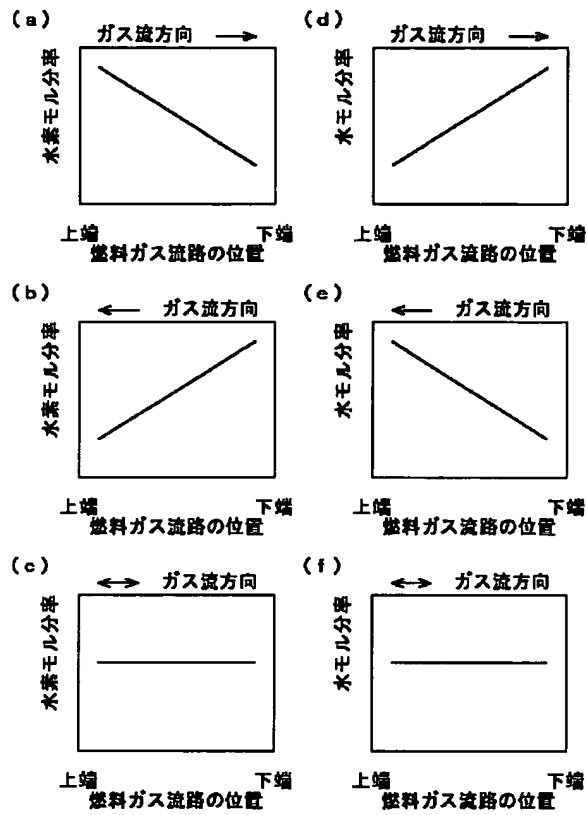
【図2】



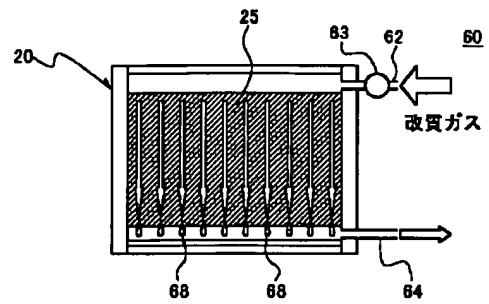
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

